

Л. А. ЦВЕТКОВА,

к.б.н., старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, idmz@yandex.ru

Ф. А. КУРАКОВ,

старший научный сотрудник Центра научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, kurakovfedor@mail.ru

О. В. ЧЕРЧЕНКО,

научный сотрудник ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия, olya.cherchenko@mail.ru

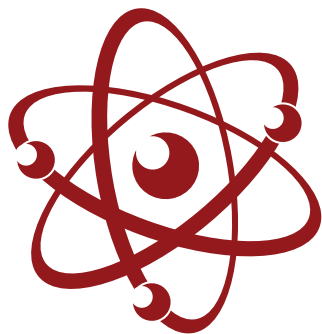
ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРИ ВЫБОРЕ НАПРАВЛЕНИЙ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЧЕСТВЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИОРИТЕТОВ НА ПРИМЕРЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЛНОГЕНОМНОГО СЕКВЕНИРОВАНИЯ

УДК 62.2

Цветкова Л. А., Кураков Ф. А., Черченко О. В. *Оценки рисков при выборе направлений исследований в качестве научно-технологических приоритетов на примере технологий полногеномного секвенирования* (Центр научно-технической экспертизы ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; ФГБНУ «Дирекция НТП», г. Москва, Россия)

Аннотация. На примере технологий полногеномного секвенирования рассмотрены риски выбора приоритетов развития науки и технологий России, основанных лишь на анализе трендов развития глобальной биомедицины, но не учитывающих ресурсной обеспеченности направления. Показано, что в настоящее время в РФ отсутствует достаточный по численности и компетентности корпус врачей-генетиков. Объем базового курса генетики в медицинских вузах (36 часов) РФ не адекватен интенсивности развития этого направления и росту числа генетических заболеваний. Современный отечественный парк секвенаторов представлен приборами ранних поколений, использование которых не позволяет обеспечивать соответствие мировому уровню исследований в области геномной медицины. В практическом здравоохранении широкое использование технологий полногеномного секвенирования ограничено высокой стоимостью диагностических процедур. Сделан вывод о нецелесообразности выбора в качестве приоритетных направлений, не имеющих кадрового и инструментального обеспечения, а также спроса в реальном секторе экономики.

Ключевые слова: приоритетные направления развития науки и технологий, Россия, выбор, риски, технологии полногеномного секвенирования, кадровое обеспечение, приборное обеспечение.



© Л. А. Цветкова,
Ф. А. Кураков,
О. В. Черченко, 2015 г.

На заседании Совета при Президенте РФ по науке и образованию «Новые вызовы и приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации» 24 июня 2015 г., обсуждая вопросы, связанные с выбором приоритетов научно-технологического развития, Президент отметил, что «приоритетов не может быть много», «нужно научиться концентрировать ресурсы» на ограниченном числе направлений [1], и в качестве таковых выделил передовые медицинские технологии.

Согласно данным, приведенным в публичном аналитическом докладе «Биомедицина», подготовленном Минздравом России для представления в Межведомственную комиссию по технологическому прогнозированию президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России, в число перспективных передовых медицинских техноло-

гий входят технологии полногеномного секвенирования [2].

В более широком контуре геномики и синтетической биологии эти технологии планируют развивать в процессе реализации «Национальной технологической инициативы», целью которой является формирование принципиально новых рынков и создание условий для глобального технологического лидерства России к 2035 г. [3]. Необходимость развития геномной медицины была отмечена и в Государственной программе «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы [4]. Фрагментарно отдельные темы этого направления указаны в качестве приоритетов исследования и разработок в «Долгосрочных приоритетах прикладной науки в России» [5], являющихся редакционной версией «Прогноза научно-технологического развития России на период до 2030 года» [6].

Вместе с тем, дальновидная инициатива научного сообщества, направленная на создание отечественного геномного секвенатора, для обеспечения развития технологии полногеномного секвенирования в РФ, не нашла поддержки на федеральном уровне. Еще в 2012 г. в Государственной Думе РФ состоялся круглый стол «Разработка отечественной технологии полупроводникового геномного секвенирования». По результатам обсуждения экспертами была подтверждена необходимость реализации такого проекта, однако профинансирован он не был.

Гипотезой исследования было предположение, что в условиях сокращения государственного бюджета на исследования и разработки критически важным представляется выделение таких приоритетных направлений, которые, с одной стороны, обеспечены научными задачами и корпусом высококвалифицированных специалистов, готовых к созданию и использованию разработок, с другой стороны, подкреплены запросом со стороны реального сектора экономики.

Целью исследования являлась оценка ресурсного обеспечения (кадрового, приборного и пр.) технологии полногеномного секвенирования в целом и разработки отечественного ДНК-секвенатора нового поко-

ления¹, в частности, для идентификации рисков, связанных с выбором его в качестве приоритетного исследовательского направления в РФ.

Для достижения поставленной цели представлялось важным оценить численность корпуса отечественных врачей-генетиков, уровень современности приборного оснащения медицинских генетических лабораторий в РФ, а также объем рынка медицинских услуг, связанных с геной диагностикой.

Развитие технологий полногеномного секвенирования в мире

Согласно нашим данным, за период с 01.03.2013 г. по 01.02.2015 г. количество исследовательских фронтов мировой науки, выделяемых аналитическим сервисом Essential Science Indicators (ESI) компании Thomson Reuters, в предметной области «молекулярная биология и генетика» увеличилось на 40% и в феврале 2015 г. составило 605. Для сравнения, количество фронтов на 01.02.2015 г. по математике – 389, по наукам о космосе – 148, по сельскохозяйственным наукам – 263 [7]. Таким образом, данное исследовательское направление может быть отнесено к одному из самых динамично развивающихся в глобальной науке.

Устойчивый рост числа патентных документов, защищающих решения в области технологий полногеномного секвенирования, свидетельствует о высоком трансляционном потенциале данного направления, т.е. потенциале быстрого перевода (трансляции) технологии из научной плоскости в плоскость практического применения (рис. 1).

Реализация трёхмиллиардного международного мегапроекта по секвенированию генома человека «The Human Genome Project» в течение более десяти лет (1990–2003 гг.) стимулировала быстрое усовершенствование сложного диагностического оборудования и дала старт ряду национальных геномных

¹ Геномный секвенатор – высокоточное оборудование для расшифровки генома, которое может быть использовано как в научных целях, так и в диагностических целях.

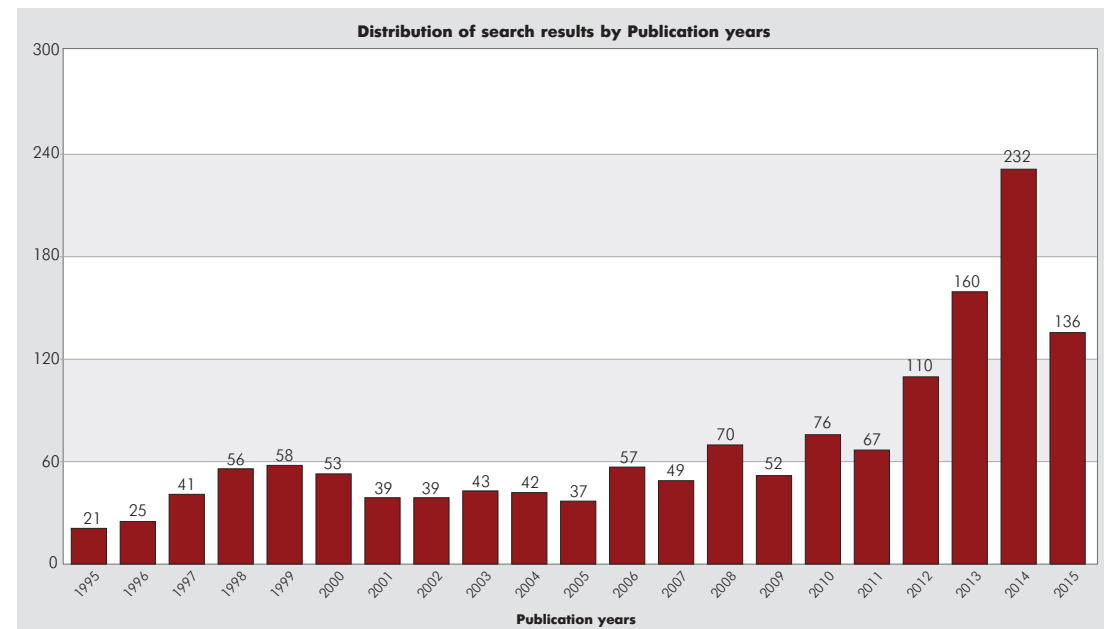


Рис. 1. Динамика патентования технологий полногеномного секвенирования (next-generation sequencing) (Источник: Orbit, данные на 23.07.2015 г.)

программ. В 2011 г. открылось финансирование китайского проекта частной компании «3-Million Genomes Project», нацеленного на секвенирование миллиона человек, животных, растений и микроорганизмов. В 2012 г. начались работы по расшифровке геномов ста тысяч человек «Genomics England» в Великобритании, аналогичный по масштабу проект в 2013 г. запустила Саудовская Аравия. А Президент США в начале 2015 г. предложил за счет средств бюджета 2016 г. профинансировать проект по расшифровке геномов миллиона граждан «Precision Medicine Initiative» стоимостью 215 млн. долл.

Развитие технологий полногеномного секвенирования к сегодняшнему дню позволило значительно сократить издержки на прочтение индивидуального генома: если стоимость расшифровки генетического кода одного человека в 2006 г. составляла около 1 млн. долл. США.[8], то к 2015 г. она снизилась на порядки (рис. 2) [9].

Высокий интерес научного сообщества к данной тематике обусловлен запросом на сохранение здоровья наций и продление активного долголетия населения. Ожидается, что в течение ближайших 5–10 лет техноло-

гии полногеномного секвенирования войдут в схемы скрининга новорожденных на генетические заболевания, будут использоваться для определения предрасположенности к заболеваниям, находящимся под полигенным контролем, для персонализированного подхода к фармакотерапии, основанного на результатах фармакогенетических исследований, и в других целях [2].

Следует отметить, что при использовании технологии геномного секвенирования в медицинских целях большое значение будет иметь популяционный генетический анализ. В настоящее время разрабатываются технологии секвенирования третьего поколения (одномолекулярное секвенирование в реальном времени, SMPCR), преимуществами которых должны стать возможность чтения длинных последовательностей ДНК (до 20 тыс. нуклеотидов), высокая скорость и небольшой расход реагентов.

Кадровый потенциал для развития и использования технологий геномного секвенирования в России

Наличие корпуса высококвалифицированных кадров, обладающих необходимым услови-



Рис. 2. Динамика стоимости расшифровки полного генома человека (по данным Национального института генома человека США)

ем как на этапе исследований и разработок, так и на этапе использования сложного высокотехнологичного оборудования и материалов.

В СССР курс медицинской генетики впервые начали читать на кафедре неврологии педиатрического факультета Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова в 1964 г. Первая кафедра генетики появилась в этом же вузе в 1980 г. на медико-биологическом факультете.

Сегодня в большинстве государственных медицинских академиях курс генетики ограничен 36 часами (и менее) за весь период обучения. Такая продолжительность, по мнению заведующего кафедрой общей и медицинской генетики медико-биологического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова В. Ситникова, соответствует объему знаний, накопленному генетикой к 1960-х гг., тогда как в настоящее время количество известных генетических патологий увеличилось в сотни раз, а порядок описанных синдромов находится на отметке в десятки тысяч. Мнение коллеги разделяет и врач-генетик Ю. Коталевская, обращающая внимание на то, что «не все врачи изучают генетику в базовом университетском курсе,

и даже, когда курс генетики есть, он длится всего около недели» [10].

В целом по состоянию на 2011 г. в России насчитывалось всего чуть более тысячи врачей-генетиков [11], тогда как общее количество врачей, по данным Росстата, в 2014 г. составило 732,8 тысячи человек [12]. По мнению экспертов, у специалистов-практиков, занимающихся лечением заболеваний, обусловленных в основном наследственностью, зачастую отсутствуют знания в области генетики, что неизбежно приводит к врачебным ошибкам.

Применение технологий геномного секвенирования в практике российского здравоохранения

Доступность современных диагностических генетических тестов в России существенно меньшая, чем в развитых странах. Одно из подтверждений тому – данные о перечне генетических заболеваний, на которые проводится неонатальный скрининг. В 2011 г. в США новорожденный проверялся на 47 наследственных заболеваний, в Германии – на 14, в Японии – на 11, в России – только на 5 (фенилкетонурия, врожденный гипотиреоз,

адреногенитальный синдром, галактоземия, муковисцидоз) [13, 11].

В целом в России технологии геномного секвенирования являются малодоступными для пациентов. По оценкам специалистов, генетическую диагностику проходят только 10% от всех нуждающихся в обследовании [11]. Чаще такие исследования проводятся лишь для выявления повторных случаев заболеваний детей в семьях с плохой наследственностью.

В сегменте платных медицинских услуг цена генетических тестов остается все еще очень высокой. В качестве примера приведем стоимость генетического анализа экзона на 116 наследственных заболеваний в ООО «Научно-исследовательский центр геномной медицины» (цены актуальны на 07.07.2015 г.): обычный анализ: 84 000 рублей, срок выполнения – 6 месяцев; срочный анализ: 198 000 рублей, срок выполнения – 1 месяц; анализ отсекаемого экзона: 20 000 рублей, срок выполнения – 2 недели. В эту услугу не входит собственно секвенирование экзона пациента [14]. Видимо, поэтому, по оценкам экспертов РБК.research, объем сегмента генетической диагностики не превышает 0,1% от общего объема рынка платных медицинских услуг в России [15]. Тем не менее, по расчетам специалистов Института стволовых клеток человека, объем российского рынка генетической диагностики в 2013 г. составил около 1 млрд. руб. [15].

Однако в условиях запланированного на 2015–2017 гг. сокращения расходов федерального бюджета (ежегодно не менее чем на 5 процентов в реальном выражении) в здравоохранении [16] рассчитывать на широкое включение генетических исследований в Программу государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи и базовые и территориальные программы обязательного медицинского страхования не приходится.

Имеющийся научно-технологический задел РФ для развития технологий геномного секвенирования

Уровень финансирования проектов по разработке отечественного геномного секвено-

тора и расходных материалов в предыдущие годы нельзя назвать достаточным. Объем инвестиции проекта, представленного в начале 2013 г. ООО «Нано Вижин» на первый этап создания прибора для анализа кода ДНК и РНК Зеленоградским Наноцентром и Фондом образовательных и инфраструктурных программ «Роснано», составил около 1 млн. долл. Стартап создан Зеленоградским нанотехнологическим центром совместно с Институтом Св. Лаурента (St. Laurent Institute, Вашингтон, США). Скептически оценивая достаточность таких инвестиций, ведущий исследователь Института Св. Лаурента Филипп Капранов (он же – один из создателей ООО «Нано Вижин») в марте 2013 г. отмечал: «Наши конкуренты сожгли 500 млн. долл. и пока не дошли до получения своего секвенатора» [17].

Недостаточное государственное финансирование привело к отсутствию на российском рынке отечественного геномного секвенатора нового поколения. Несмотря на потенциальную возможность осуществить подобную разработку силами ряда институтов РАН и технологических компаний, до стадии промышленного производства не доведен ни один проект и создан лишь один прототип устройства.

Между тем скорость обновления оборудования для развития технологий геномного секвенирования столь высока, что только за последние пять лет (2010–2015 гг.) в мире сменилось не одно поколение генетических секвенаторов. Причем каждое следующее поколение, обладая улучшенными характеристиками, делает использование предыдущих версий оборудования неэффективным с точки зрения точности, продолжительности и стоимости анализа. В освоение новых формирующихся мировых рынков, связанных с применением геномных технологий, включены страны с высокоэффективной системой организации научных исследований (США, Великобритания, Китай, Япония), а также международные технологические компании, способные в короткие сроки внедрять инновационные разработки в промышленное производство.



Рис. 3. Распределение гелевых ДНК-секвенаторов Центров коллективного пользования в РФ по году выпуска (Источник: Портал «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации», данные на 07.07.2015 г.)

Поэтому, инвестируя значительные средства государственного бюджета в подобный проект на современном этапе, Россия рискует повторить провал проекта строительства завода по производству поликристаллического кремния. Проект «Нитол» был инициирован в 2006 г. в связи с ростом спроса на поликремний, цена которого на мировом рынке достигала 300–400 долл./кг. Изначально строительство завода в Иркутской области мощностью 5 тыс. тонн поликремния в год финансировалось за счет госкорпорации «Роснано» и «Альфа-банка», а сумма первоначальных инвестиций составила 19,5 млрд. руб. Однако ввиду строительства большого количества подобных предприятий в странах Юго-Восточной Азии цена на сырье упала до 16 долл./кг. Таким образом, проект общей стоимостью более 24 млрд. руб. обанкротился, и в 2013 г. ОАО «Роснано» получило одобрение правительства РФ на закрытие проекта [18].

Проблему отсутствия отечественного высокотехнологичного оборудования дополняют ограниченные возможности использования российскими исследователями современного импортного высокотехнологичного оборудования.

Нами выполнена оценка возраста ДНК-секвенаторов центров коллективного пользования, описание которых представлено на Портале «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации». Портал содержит актуальные и систематизированные сведения об обеспечении сети центров коллективного пользования научным оборудованием и уникальными стендами и установками, составляющими ядро современной национальной исследовательской инфраструктуры [19].

В разделе «ДНК-секвенаторы гелевые» представлено 34 единицы оборудования (табл. 1). Распределение гелевых ДНК-секвенаторов центрами коллективного пользования в РФ по году выпуска представлено на рис. 3. Нетрудно заметить, средний возраст ДНК-секвенаторов отечественного парка высокотехнологичного оборудования составляет не менее 7 лет. Между тем, по данным портала «Геномная биология», производительность NGS (next generation sequencing) увеличивается каждые два года в 10 раз, что в условиях динамичной смены поколений приборов такого типа можно оценить как критически большой [20].

Таблица 1

ДНК-секвенаторы гелевые Центров коллективного пользования в РФ

	Год выпуска	Место нахождения	Изготовитель	Марка	Базовая организация
1	2002	Москва	Applied Biosystems	нет данных	Научно-исследовательский институт физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства
2	2003	Москва	Applied Biosystems	Avant 3100	Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук
3	2003	Москва	Beckman-Coulter	CEQ8000	Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов
4	2004	Московская обл.	Amersham Pharmacia	Mega BACE500	Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН
5	2005	Иркутск	Beckman Coulter	CEQ 8800	Иркутский научный центр СО РАН
6	2005	Москва	Applied Biosystems	ABI PRISM 3730	Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук
7	2005	Московская обл.	Biotage AB	PSQ 96MA	Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН
8	2005	Ростов-на-Дону	Beckman coulter	CEQ 8000	Ростовский государственный медицинский университет
9	2006	Санкт-Петербург	Applied Biosystems	3130 Genetic Analyzer ABI	Зоологический институт РАН
10	2007	Сыктывкар	Applied Biosystems	ABI Prism 310	Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
11	2007	Ростов-на-Дону	Applied Biosystems	Applied Biosystems	Южный федеральный университет
12	2007	Владивосток	Applied Biosystems	ABI GA3130xl	Дальневосточный федеральный университет
13	2007	Нижний Новгород	Applied Biosystems	3130	Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
14	2008	Якутск	Applied Biosystems	3130, 3130XL	Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова
15	2008	Владивосток	Applied Biosystems	3130 XL	Дальневосточный федеральный университет
16	2008	Новосибирск	Applied Biosystems	ABI 3130XL Genetic Analyser	Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН
17	2008	Владивосток	Applied Biosystems	ABI PRISM 3130	Биолого-почвенный институт ДВО РАН
18	2008	Москва	Applied Biosystems	3130	Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии РАМН
19	2008	Красноярск	Applied Biosystems	3130	Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого
20	2009	Томск	Applied Biosystems	ABI 3130XL	Научно-исследовательский институт медицинской генетики СО РАМН
21	2009	Москва	Applied Biosystems	PRISM 310	Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова
22	2009	Москва	Applied Biosystems	нет данных	Научно-исследовательский институт физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства

Таблица 1. Продолжение

23	2009	Томск	Applied Biosystems	ABI 3130XL	Научно-исследовательский институт медицинской генетики СО РАМН
24	2010	Краснодар	ABI	ABI-Prism 3130	Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства
25	2010	Санкт-Петербург	Applied Biosystems	ABI 3500xl	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии РАСХН
26	2010	Москва	Applied Biosystems	ABIPrizm 3130xl	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии Российской академии сельскохозяйственных наук
27	2010	Ростов-на-Дону	Applied Biosystems	ABI-3130-xl	Ростовский государственный медицинский университет
28	2011	Новосибирск	Applied Biosystems	ABI PRISM 3730	Научно-исследовательский институт терапии СО РАМН
29	2011	Москва	Roche	GS Junior	Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук
30	2012	Москва	Applied Biosystems	3500 XL	ФГБУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича» Российской академии медицинских наук
31	2012	Москва	Beckman Coulter	GENOMELAB GeXP	Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства РАСХН
32	2013	Калининград	Applied Biosystems	ABI PRISM	Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта
33	2014	Москва	ЗАО Синтол	Нанофор 05	Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии Российской академии сельскохозяйственных наук
34	нет данных	Оренбург	Applied Biosystems	ABI PRISM 3500	Оренбургская государственная медицинская академия

Источник: Портал «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации», данные на 07.07.2015 г.

Учитывая тот факт, что в нынешних условиях развития геномной медицины отвечают современным требованиям только ДНК-анализаторы 3-го поколения, следует констатировать, что подавляющее большинство доступного в центрах коллективного пользования оборудования не пригодно для проведения генетических исследований.

Заключение

Преодоление технологической зависимости России от индустриально развитых стран, развитие импортозамещения и обеспечение технологического суверенитета, несомненно, являются важнейшим условием устойчивого роста национальной экономики. Вместе с тем, ограниченность внутренних затрат РФ на ис-

следования и разработки и многовекторность развития глобальной научно-технологической сферы заставляют учитывать все риски выбора того или иного исследовательского направления в качестве приоритета научно-технологического развития страны.

На примере технологий полногеномного секвенирования показано, что даже самое быстро развивающееся, трансляционное исследовательское направление с потенциалом создания новых рынков высокотехнологичной продукции и услуг, а также перспективами широкого использования в практике здравоохранения не может быть выбрано в качестве приоритета развития национальной науки в среднесрочной перспективе в случае отсутствия должного ресурсного обеспечения.

Приведенные данные позволяют отметить, что в настоящий момент в РФ нет ни одного слагаемого ни для достижения технологического лидерства на глобальных рынках, ни для решения проблем национального здравоохранения с использованием технологий полногеномного секвенирования.

Во-первых, современное российское медицинское образование не дает необходимого объема знаний по геномной медицине, а уже подготовленный корпус врачей-генетиков крайне малочисленен и не имеет необходимых компетенций. Секвенированный геном не является медицинской услугой, это всего лишь информация, которая должна превратиться в диагноз с участием врача-генетика, владеющего самыми современными методами обработки и интерпретации данных.

Во-вторых, отечественный парк ДНК-секваторов в основном представлен приборами первого и второго технологических поколений, не позволяющими вести исследования мирового уровня в условиях, когда даже но-

вейшие диагностические методики, разработанные в ведущих мировых исследовательских центрах, устаревают в течение года.

В-третьих, для разработки отечественного ДНК-секватора в России нет конкурентоспособных заделов, а также промышленных компаний, способных выступить в качестве индустриальных партнеров и софинансировать дорогостоящие, высокотехнологичные и высокорискованные проекты. Риски подобных проектов связаны в первую очередь с отсутствием в России достаточного числа потребителей таких дорогостоящих диагностических услуг, а потому возвратность инвестиций маловероятна.

С учетом вышеизложенного, представляется правильным рекомендовать не выбирать в качестве приоритетных направления исследований, лишенных ресурсного обеспечения (финансового, кадрового, приборного и пр.) или использовать элементы стратегического планирования для оценки необходимых объемов средств и уникальных научно-технологических компетенций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заседание Совета при Президенте по науке и образованию от 24 июня 2015 г. (2015) Новые вызовы и приоритеты развития науки и технологий в Российской Федерации. Стенограмма / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/6/49755>.
2. Публичный аналитический доклад по научно-технологическому направлению «Биомедицина» (2015) / Москва. <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/medicine.pdf>.
3. Национальная технологическая инициатива (2015) АСИ. <http://www.asi.ru/nti/>
4. Распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2012 г. № 2433-р (2012) Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы. http://минобрнауки.рф/документы/2966/файл/1533/12.12.20-Госпрограмма-Развитие_науки_и_технологий_2013-2020.pdf.
5. Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России (2013) /под ред. Л.М. Гохберга. – Москва: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». 120 с.
6. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период

до 2030 года (2013) Минобрнауки России. Москва. <http://government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf>.

7. Essential Science Indicators (2015) Web of Science. <http://www.esi.incites.thomsonreuters.com>.
8. Уотсон Д., Горбунов С. О ДНК, силе научного знания и борьбе против рака. Лекция Джеймса Уотсона в Москве (2015) // Троицкий вариант наука. № 182. С. 4.
9. DNA Sequencing Costs (2015) NHGRI. <http://www.genome.gov/sequencingcosts>.
10. Горина М. Юлия Коталевская: «К генетику пациента должен направить участковый врач или узкий специалист, и вот это происходит не всегда, когда следует» (2013) Портал «Большой город», 08.02.2013. http://bg.ru/health/julija_kotalevskaja_k_genetiku_patsienta_dolzhen_n-17054.
11. Григорьева Е. Они диагностируют будущее (2011) Портал российского врача «Медицинский вестник». № 25 (566). 09.09.2011. http://www.medvestnik.ru/archive/oni_diagnostiruyut_budushee.html.
12. Здравоохранение – численность медицинских кадров (2014) Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/wps/>

wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/#.

13. Новиков П.В. Неонатальный скрининг на наследственные болезни обмена веществ и его перспективы в Российской Федерации (2013) Презентация. 02.10.2013 г. <http://mmaexpo.ru/lab/2013/visitors/presentations>.
14. Научно-исследовательский центр геномной медицины. Анализ (2015) <http://sciadv.com/index.php/doctors.html>.
15. Обзор платных медицинских услуг и здорового образа жизни. Генетическая диагностика (2013) РБК. http://marketing.rbc.ru/reviews//medicine2013/chapter_3_3.shtml.
16. Перечень поручений по реализации Послания Президента Федеральному Собранию от 4 декабря 2014 г. (2014) / Официальный сайт Президента России. <http://kremlin.ru/events/president/news/47182>.

REFERENCES

1. Presidential Council meeting on Science and Education dated 24 June 2015 (2015) New challenges and priorities in development of science and technologies in Russian Federation. Verbatim records / Official website of the Russian President. <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/6/49755>.
2. Public analytical report on science and technology direction of «Biomedicine» (2015) / Moscow. <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/medicine.pdf>.
3. National Technological Initiative (2015) ASI. <http://www.asi.ru/nti>.
4. Decree issued by the Government of Russian Federation dated 20 December 2012 № 2433-p (2012) Government program of Russian Federation «Development of science and technologies » in 2013-2020 years. http://минобрнауки.рф/документы/2966/файл/1533/12.12.20-Госпрограмма-Развитие_науки_и_технологий_2013-2020.pdf.
5. Long-term priorities of application-oriented sciences in Russia (2013) / edited of L.M. Gohberg. Moscow: National research university «Higher school of economics». 120 p.
6. Prognosis of scientific-technological development in Russian Federation until 2030 (2013) Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Moscow. <http://government.ru/media/files/41d4b737638b91da2184.pdf>.
7. Essential Science Indicators (2015) Web of Science. <http://www.esi.incites.thomsonreuters.com>.
8. Watson D., Gorbunov S. On DNA, the power of scientific knowledge and the fight against cancer. Lecture James Watson in Moscow (2015) //

17. Панасенко Е. Новый стартап Зеленоградского наноцентра займётся расшифровкой кода ДНК и РНК (2013) Портал Зеленоград. ру. 21.03.2013 г. <http://www.zelenograd.ru/news/8753>.

18. РОСНАНО закрывает проект производства поликремния и готовит новый в области гелиоэнергетики (2013) РОСНАНО. <http://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20131105-interfax-rosnano-zakryvaet-proekt-proizvodstva-polikremniya-i-gotovit-noviy-v-oblasti-gelioenergetiki>.

19. О проекте «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации» (2015) Портал «Современная исследовательская инфраструктура Российской Федерации». <http://ckp-rf.ru>.

20. Genome Biology (2015) <http://www.genomebiology.com>.

Troixkiy option science. № 182. P. 4.

9. DNA Sequencing Costs (2015) NHGRI. <http://www.genome.gov/sequencingcosts>.
10. Gorina M. Julija Kotalevskaja: «The patient should be referred to the genetic either by the district doctor or by the specialist doctor, however, that is usually not the case» (2013) Web portal «Big city», 08.02.2013. http://bg.ru/health/julija_kotalevskaja_k_genetiku_patsienta_dolzhen_n-17054.
11. Grigor'eva E. They forecast the future (2011) Portal for Russian doctors «Medical Herald». № 25 (566). 09.09.2011. http://www.medvestnik.ru/archive/oni_diagnostiruyut_budushee.html.
12. Public Health Service – population of medical staff (2014) Federal State Statistics Service. http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/healthcare/#.
13. Novikov P.V. Neonatal screening of genetic metabolism and its perspectives in Russia (2013) Presentation. 02.10.2013 г. <http://mmaexpo.ru/lab/2013/visitors/presentations>.
14. Scientific-research centre of genome medicine. Analysis (2015) <http://sciadv.com/index.php/doctors.html>.
15. Review of paid medical and healthy lifestyle services. Genetic testing (2013) RBC. http://marketing.rbc.ru/reviews//medicine2013/chapter_3_3.shtml.
16. List of orders on completing President's Message to the Federal Assembly on realization of President's Message to the Federal Assembly of Russian Federation dated 4 December 2014 № Gov-2821 / Official website of the Russian

President. <http://kremlin.ru/events/president/news/47182>.

17. Panasenکو E. New startup of Zelenograd nano-centre will transcribe the DNA code and RNA (2013) Web portal Zelenograd.ru. 21.03.2013 г. <http://www.zelenograd.ru/news/8753>.

18. ROSNANO is closing the production project of polysilicon and prepares a new one in the area of solar energy (2013) RUSNANO.

<http://www.rusnano.com/about/press-centre/media/20131105-interfax-rosnano-zakryvaet-proekt-proizvodstva-polikremniya-i-gotovit-noviy-v-oblasti-gelioenergetiki>.

19. About the project «Russian modern research infrastructure» (2015) Web portal «Russian modern research infrastructure». <http://ckp-rf.ru>.

20. Genome Biology (2015) <http://www.genomebiology.com>.

UDC 62.2

Tsvetkova L.A., Kurakov F.A., Cherchenko O.V. *Evaluation of risks when choosing directions for research as scientific-technological priorities on the basis of genome-wide sequencing* (The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia; Directorate of State Scientific and Technical Programmes, Moscow, Russia)

Abstract. Using genome-sequencing as an example there are analysed risks when choosing priorities for science and technologies development in Russia, based only on the analysis of trends in development of global biomedicine, but not factoring resource provision of the direction. It is demonstrated that in today's Russia there is a lack of sufficient numbers of competent doctors-genetics. The volume of core courses in medical universities (36 hours) in Russian Federation is inadequate to the intensity of the development of this direction and growth in numbers of genetic diseases. Modern domestic park of sequencers is represented by the equipment of early generation, using which prevents it to meet the world standards of research in the area of genome medicine. In practice the technology of genome sequencing is not widely used in the health care due to high costs of the diagnostics procedures. There is a conclusion drawn about unviability of choice as a priority direction of development, which doesn't have the personnel and instrumental provision as well as demand in the real sector of economy.

Keywords: priority areas for development in science and technology, Russia, choice, risks, technologies of genome-wide sequencing, personnel staffing, instrumentation.

ФАНО ПРИСТУПИЛО К ФОРМИРОВАНИЮ РЕЕСТРА УНИКАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ УСТАНОВОК



По итогам этой работы будет подготовлена концепция поддержки научного оборудования в институтах агентства. Предложения, выработанные в ходе аудита, федеральное агентство направит в правительство. На их основе в России может появиться новая федеральная целевая программа.

О содержании и эффективном использовании научного оборудования шла речь во время визита замруководителя ФАНО Алексея Медведева в Троицк. «Работа по уточнению реестра уникальных установок будет завершена к концу 2015 года. Мы подготовим необходимые проекты нормативно-правовых актов, которые определят правила использования этого оборудования. В результате у нас появится основание для выхода на правительственный уровень с предложением выделить отдельный фонд ассигнований на содержание и использование этих установок».

Эффективность такого подхода к управлению парком оборудования он проиллюстрировал на примере научного флота, находящегося в ведении ФАНО. «Федеральное агентство проанализировало состояние флота, который находится на балансе подведомственных нам научных организаций. Благодаря этой работе появилась концепция Федеральной целевой программы «Мировой океан» с бюджетом экспедиционных исследований в 400 млн. рублей.

Источник: <http://www.poisknews.ru>

В. А. БАРИНОВА,

к.э.н., заведующая Научно-исследовательской лабораторией исследований корпоративных стратегий и поведения фирм ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, barinova@iepr.ru

С. П. ЗЕМЦОВ,

к.геогр.н., старший научный сотрудник ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия, zemtsov@ranepa.ru

А. В. СОРОКИНА,

к.э.н., старший научный сотрудник Института экономической политики имени Е.Т. Гайдара, г. Москва, Россия, sorokina.av@yandex.ru

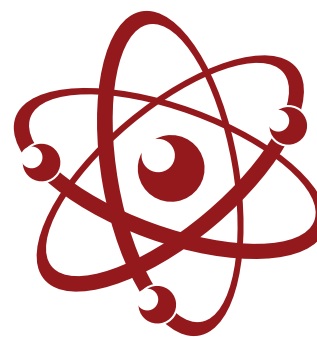
ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ БЫСТРОРАСТУЩИХ КОМПАНИЙ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

УДК: 338.312, 338.314

Баринаова В.А., Земцов С.П., Сорокина А.В. *Инновационная деятельность быстрорастущих компаний как условие их конкурентоспособности* (Лаборатория исследований корпоративных стратегий и поведения фирм ИПЭИ РАНХиГС при Президенте РФ, г. Москва, Россия; Институт экономической политики имени Е.Т. Гайдара, г. Москва, Россия)

Аннотация. Данная статья направлена на выявление влияния научно-технологической и инновационной деятельности на повышение конкурентоспособности быстрорастущих компаний в России. Авторы показали, что конкурентоспособность отечественных компаний зависит от их расходов на НИОКР и технологические инновации, затрат на обучение персонала и ряда других факторов. Информационной основой для исследования послужили данные национального рейтинга быстрорастущих высокотехнологичных компаний «ТехУспех-2013».

Ключевые слова: повышение конкурентоспособности, инновации, факторы роста выручки, производительность труда, расходы на НИОКР, новая продукция.



Введение

В данной работе исследуются факторы успешного развития быстрорастущих компаний – «газелей». Термин «газели» впервые появился в рамках работ по исследованию рынка труда и занятости на предприятиях в США в 70-х гг. XX века [1]. В частности, было выявлено, что новые рабочие места создаются в основном на быстрорастущих предприятиях малого и среднего бизнеса – «газелях», что впоследствии нашло свое подтверждение и в других исследованиях [2]. Так, согласно проекту «Инновационная панель газелей» (Gazelles Innovation Panel) 2006 г., «газели», составляющие 5% от общего числа организаций, создают от 75% до 80% новых рабочих мест [3]. Схожие данные получены по результатам второго раунда проекта в 2011 г. [4].

При этом такие предприятия оказываются более устойчивыми к внешней среде. Данные по отдельным компаниям-«газелям» свидетельствуют о том, что они используют особые механизмы для удержания на рынке в условиях спада экономики: в первую очередь они стремятся модернизировать производство, избавиться от лишних затрат, но не сокращать те расходы, которые впослед-

© В.А. Баринаова,
С.П. Земцов,
А.В. Сорокина, 2015 г.